

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-126602

(43)Date of publication of application : 18.05.1989

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

G02B 6/04

(21)Application number : 62-284343

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 12.11.1987

(72)Inventor : UNOKI MASAO
NAKAMURA HIDE
IWAMOTO TOSHIO
KOGA AKIHIRO

(54) PLASTIC CLAD LIGHT TRANSMISSION FIBER AND BUNDLED FIBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the title fibers which are low in transmission loss in a UV region by forming a clad material of a fluorine-contained polymer having a cyclic structure in the main chain.

CONSTITUTION: The clad material of the plastic clad light transmission fiber having the core consisting of quartz glass or optical glass is formed of the fluorine-contained polymer having the cyclic chain in the main chain. The fluorine-contained polymer having the cyclic chain in the main chain has no crystallinity and has a high content of fluorine; therefore, said polymer is transparent and is low in refractive index. Since the polymer has high strength and has a good leak characteristic to the core material, the strength of the light transmission fiber is high; furthermore, there are not cured parts and C-H bonds and, therefore, the light transmittance of the UV region (200W400nm) is high. Generation of heat by UV absorption is thereby decreased and the decrease in the transmission quantity of UV rays is obviated.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-126602

⑬ Int. Cl.⁴

G 02 B 6/00
6/04

識別記号

3 8 6

庁内整理番号

7036-2H
A-6952-2H

⑭ 公開 平成1年(1989)5月18日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 プラスチッククラッド光伝送ファイバ及びバンドルファイバ

⑯ 特 願 昭62-284343

⑰ 出 願 昭62(1987)11月12日

⑱ 発 明 者	鵜 木 正 夫	神奈川県横浜市神奈川区上反町2-17-3
⑲ 発 明 者	中 村 秀	東京都世田谷区豪徳寺1-33-31
⑲ 発 明 者	岩 本 俊 夫	東京都杉並区本天沼3-7-4
⑲ 発 明 者	古 賀 章 裕	神奈川県横浜市港北区篠原東1-10-21
⑳ 出 願 人	旭硝子株式会社	東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
㉑ 代 理 人	弁理士 梅村 繁郎	外1名

明 細 書

1. 発明の名称

プラスチッククラッド光伝送ファイバ及び
バンドルファイバ

2. 特許請求の範囲

1. コアが石英ガラス又は光学ガラスであるプラスチッククラッド光伝送ファイバにおいて、クラッド材が主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーからなることを特徴とするプラスチッククラッド光伝送ファイバ。
2. コアが石英ガラス又は光学ガラスからなり、クラッド材が主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーからなるプラスチッククラッド光伝送ファイバの複数本が束ねられてバンドル化されたことを特徴とするバンドルファイバ。
3. 環構造が含フッ素環構造である特許請求の範囲第2項記載のバンドルファイバ。
4. 環構造がエーテル結合含有含フッ素環構造

である特許請求の範囲第2項又は第3項記載のバンドルファイバ。

5. 環構造が4～7員環構造である特許請求の範囲第2項～第4項のいずれか一項に記載のバンドルファイバ。
6. 含フッ素ポリマーがパーフルオロポリマーである特許請求の範囲第2項～第5項のいずれか一項に記載のバンドルファイバ。
7. クラッド材の厚みが20μm以下である特許請求の範囲第2項～第6項のいずれか一項に記載のバンドルファイバ。
8. クラッド材の厚みが20μm未満である特許請求の範囲第1項記載のプラスチッククラッド光伝送ファイバ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、伝送損失が少なく、特に紫外領域の損失が少なく、NAが大きいなどの特性の改良されたプラスチッククラッド光伝送ファイバ及びコア占有面積を大にできるバンドルファイ

バに関するものである。

〔従来の技術〕

従来より、コアを石英ガラスあるいは光学ガラス、クラッドをプラスチックとしたプラスチッククラッド光伝送ファイバ（以下、PCFという）は公知であり、特に開口数（NA）が大きく、低伝送損失であることから光通信用、画像伝送用、ライトガイド用など広範な分野での用途が期待されている。

PCFはクラッドに用いるプラスチックの種類を変化させることによってプラスチックの屈折率も変化することから、種々の開口数のPCFを得ることが可能である。而して、コアが特に高純度石英ガラスよりなる場合、屈折率が1.458と小さく、このためクラッド材としてのプラスチックは、これより低い屈折率を有するものから選定しなければならず、しかもクラッド材としての特性は(a)無色透明、(b)コアとの接着性、(c)クラッド形成性等に優れているという条件を満足することが必要である。

20〜80であることから、コネクタとの接続が難しいという欠点がある。特にコネクタとの接続に接着剤を用いた場合、−20℃〜+80℃のヒートサイクル試験において、コアの石英ガラスとクラッド材との膨張係数の相違から、その界面に応力が作用して、素線先端が突き出すという問題点がある。更にシリコン樹脂の特有の性質として、透湿係数が比較的大きく、シリコンPCFは高温多湿環境下では、湿分がシリコンを透過して、コアとクラッドとの界面に容易に侵入してしまい、コア表面の傷の成長を促進して、ファイバの強度を低下させるという欠点もある。

一方、クラッド材として通常のフッ素樹脂を用いたフッ素樹脂PCFは強度が高く、コネクタからの突き出し現象も生じ難いが、光学的特性としての伝送特性の優れたものは得られていない。これは、コアとしての石英ガラスとフッ素樹脂との接着性が劣ることによるものである。即ち、一般的にはフッ素樹脂は溶剤に溶

したがって、選択の範囲は極めて狭くなる。

上記のような条件を満足するクラッド材として、ジメチルシリコン、フッ素樹脂等があり、ジメチルシリコンを用いたPCFが公知であり、かかるPCFが広く実用に供されている。また、クラッド材としてのフッ素樹脂において、テトラフルオロエチレン−ヘキサフルオロプロピレン共重合体を用いたPCF（特開昭48-2566号公報参照）、あるいはテトラフルオロエチレン−フッ化ビニリデン共重合体を用いたPCF（特開昭51-52849号公報参照）、さらには硬化部位を有する溶剤可溶性の含フッ素重合体を用いたPCF（特開昭62-232601号公報参照）等が提案されている。

〔発明の解決しようとする問題点〕

前記のように、クラッド材としてジメチルシリコンを用いたシリコンPCFは光学的特性において満足し得るとしても、シリコンの強度が弱く、しかも硬度も低く、例えばシリコンの強度は3〜40kg/cm²、硬度はJIS A

解し難いことから溶液型のコーティングに代って、コアに対してフッ素樹脂は押出成形によってコーティングされていて、これが接着不良の原因となり、伝送損失を大きくさせている。フッ素樹脂は特定の溶剤に溶解するとしても、僅かに10〜20重量%が溶解するにとどまり、溶液の粘度、沸点等の調整は容易でなく、溶液型としてのコーティングは困難であるという問題点があった。

このような従来のフッ素樹脂PCFの問題点を解消すべく、溶剤可溶性の特定の含フッ素重合体の溶液をコアにコーティングし硬化させた光伝送ファイバが提案されている（特開昭62-232601号公報などを参照）。このPCFファイバは、データ伝送、画像信号伝送などの光信号の伝送に用いる場合に最適であるが、NAが必ずしも大きくない、紫外領域の損失が大きい等の問題点が認められ、光エネルギー伝送用としては充分でない。特に、含フッ素樹脂の0.2〜0.4μm帯の紫外光の透過率が悪いので、ファイ

バとしての伝送損失が $0.3\mu\text{m}$ で $500\sim 1000\text{dB/km}$ と大きくなる。さらに紫外光を伝送していると、クラッド材が紫外光を吸収し発熱するため、この熱によってクラッド材が劣化し、伝送損失が増加するという問題点も認められる。

而して、光ファイバで送る光エネルギーの量は、下式によって表わすことができる。

$$\text{伝送光エネルギー (透過率)} (NA)^2 (\text{ファイバ径})^2$$

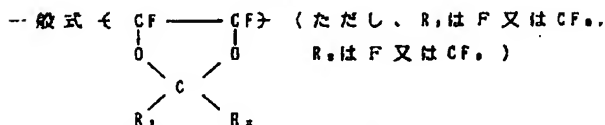
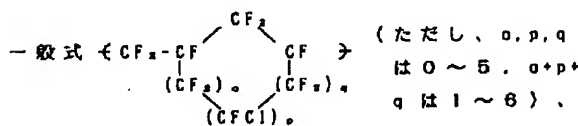
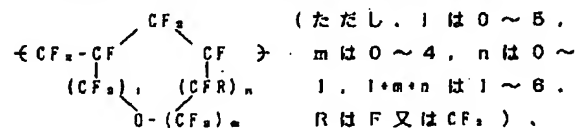
上式より光エネルギー伝送ファイバは光の透過率が良く、NAが大きいほど適している。そのためクラッド材の光透過率を下げることなく、屈折率を小さくする必要がある。

エネルギー伝送ファイバは単心で使用されるほか、複数本のファイバを束ねたバンドルとして用いられることが多い。その場合、クラッドの厚みが薄いほど、バンドルのコア占有面積が大きくなる。クラッドを薄くするためには、硬度が大きくて、引張強度、引張弾性率の大きなクラッド材が適している。

本発明はこのような知見に基づいてなされ

ドルファイバを新規に提供するものであり、特に本発明は、クラッド材として前記の如き、特定含フッ素ポリマーの $20\mu\text{m}$ 以下という薄膜で被覆したPCF光伝送ファイバ及びバンドルファイバを提供するものである。

本発明において、主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーとしては、例えば一般式



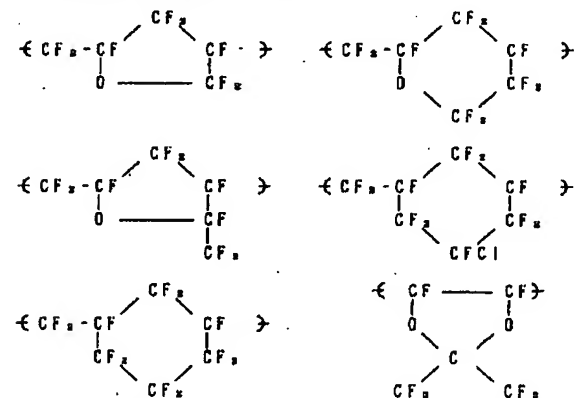
の如き環構造を有するものが挙げられる。これらの内、次の如き環構造を有するポリマーが代表的である。ただし、本発明の内容はこれらの

たもので、伝送損失が少なく、特に紫外域と $0.9\mu\text{m}$ 近辺の損失が少なく、NAが大で、クラッド材の剛性、さらにはエネルギー伝送にも適したクラッド光伝送ファイバを提供することを目的とするものである。

[問題点を解決するための手段]

本発明は、前述の目的のもとに完成されたものであり、第一に、コアが石英ガラス又は光学ガラスであるプラスチッククラッド光伝送ファイバにおいて、クラッド材が主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーからなることを特徴とするプラスチッククラッド光伝送ファイバを提供するものであり、第二に、コアが石英ガラス又は光学ガラスからなり、クラッド材が主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーからなるプラスチッククラッド光伝送ファイバの複数本が束ねられてバンドル化されたことを特徴とするバンドルファイバを提供するものである。すなわち、本発明は、上記構成を有するエネルギー伝送用にも適したPCF光伝送ファイバ及びバン

みに限定されるものではない。

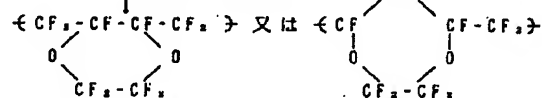


これら重合体の製造法を示すと、次の2通りである。ただし、これら製造法に限定されるものではない。

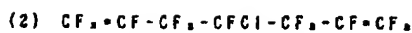
1. 環化重合によるもの



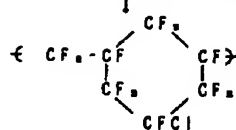
ラジカル重合



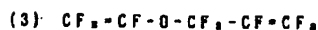
(USP 3418303, GB 1106344 など)



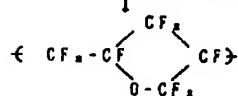
ラジカル重合



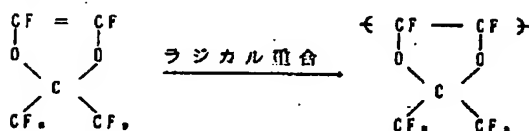
(USP 3202643 など)



ラジカル重合



2. 環状モノマーを使用するもの (USP 3978030 など)



また、これらの成分の本質を損なわない程度に共重合成分を使用することは何ら差し支えない。

共重合せしめる他の単量体としては、ラジカ

く、更に好ましくは40%以上であることが望ましい。

以上のような特定含フッ素ポリマーは溶媒に可溶であり、用いられる溶媒としては、上記ポリマーを溶解するものであれば限定はないが、パーフルオロベンゼン、“アフルード” (商品名：旭硝子社製のフッ素系溶剤)、“フロリナート” (商品名：3M社製のパーフルオロ(2-ブチルテトラヒドロフラン)を含んだ液体)、トリクロロトリフルオロエタン等が好適である。当然のことであるが、適宜の2種類以上を併用して溶媒として用いることができる。特に混合溶媒の場合、炭化水素系、塩化炭化水素、弗塩化炭化水素、アルコール、その他の有機溶媒も併用できる。溶液濃度は0.01wt%～50wt%で、好ましくは0.1wt%～20wt%である。

本発明のクラッド材ポリマーは、“フロリナート”FC-75などのフッ素系溶媒に可溶で、透明な粘稠液体になり得る。又、熔融温度が低く、粘度も比較的低いので、石英ガラス又は光

ル重合性を有するモノマーであれば、特に限定されず含フッ素系、炭化水素系その他が広範囲にわたって例示され得る。当然のことであるが、これら他の単量体は一種単独で前記特定環状構造を主鎖に導入しうるモノマーとラジカル共重合せしめても良く、あるいは適宜の2種類以上を併用して上記共重合反応を行なわせても良い。本発明においては、通常は他の単量体としてフルオロオレフィン、フルオロビニルエーテルなどの含フッ素系モノマーを選定するのが望ましい。例えば、テトラフルオロエチレン、パーフルオロメチルビニルエーテル、パーフルオロプロピルビニルエーテル、あるいはカルボン酸基やスルホン酸基の如き官能基を含むパーフルオロビニルエーテルなどは好適な具体例であり、弗化ビニリデン、弗化ビニル、クロロトリフルオロエチレンなども例示され得る。

共重合体組成としては、溶解性、製膜性および含フッ素ポリマーとしての特性などを生かすために、環状構造の組成が20%以上が好まし

く、更に好ましくは40%以上であることが望ましい。

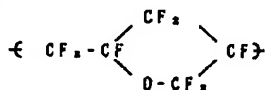
本発明のクラッド材を石英ガラスからなるシリカファイバのコアに対して処理してクラッド層を形成する方法は、コアにクラッド材ポリマーの溶液を被覆して溶媒を除去するか、あるいは熔融状態で共押出することによって行なわれる。かかる方法において、被覆方法は、特に限定されるものではない。例えば、溶液を被覆する場合、通常のいわゆる線引き装置の使用によるのが好適である。被覆と同時に熱処理による溶媒除去が行なわれるが、かかる熱処理条件は形成されるクラッド層の厚さ、溶媒の沸点によって任意に設定される。

本発明のクラッド材ポリマーの好ましい態様としては、パーフルオロポリマーを用いることが望ましい。このパーフルオロ重合体は結晶性がなく、フッ素含有率が高いので、透明であると共に低屈折率であり、本発明の目的から最適である。またこのパーフルオロ重合体は硬度が

高く、引張強度、引張弾性率が大きいので、クラッド材の肉肉化が可能となり、ファイバを複数本束ねたバンドルファイバを作成すると、高コア占有率が得られる。さらに、このパーフルオロ重合体は一般的な硬化部位やC-H結合がないため、本発明で目的とする光線透過率が良く、特に紫外領域の光透過率に優れたクラッド材を与え、紫外線伝送用バンドルファイバに使用出来る。

本発明において、コアが石英ガラスよりなる場合、クラッドの屈折率は1.45 μ m以下であることが必要であり、好ましくは1.40以下、特にエネルギー伝送用として用いる場合は1.37以下が望ましい。また本発明において、コアの石英ガラスあるいは光学ガラスに形成するクラッド層の厚さはバンドルのコア占有面積を考慮すると薄いほど良いが、保護層として有用にするためには5 \sim 20 μ mであるのが適当で、特に7 \sim 10 μ mであるのが好ましい。

開始剤(C₆F₅CO)₂の10mgを50ccの耐圧アンブルに入れた。凍結脱気を2回繰り返した後に20℃で16時間重合した。重合中の圧力は大気圧よりも低かった。重合の結果、重合体を15g得た。この重合体の赤外線吸収スペクトルを測定したところ、モノマーにあった二重結合に起因する1790cm⁻¹付近の吸収はなかった。また、この重合体をパーフルオロベンゼンに溶解し¹⁹FのNMRスペクトルを測定したところ、以下の繰り返し構造を示すスペクトルが得られた。



このポリマーの固有粘度[η]は、“フロリナート”FC-75（商品名：3M社製のパーフルオロ（2-ブチルテトラヒドロフラン）を主成分とした液体、以下、FC-75と略記する）中30℃で0.530であった。

重合体の転移点は69℃であり、室温ではタフ

【作用】

本発明において、主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーは結晶性がなく、フッ素含有量が高いので、透明で低屈折率であると考えられる。又、ポリマーの強度が高く、コア材に対する濡れ性も良好なので、光伝送ファイバの強度が高いと考えられる。更に、硬化部位やC-H結合がないため、紫外領域(200 \sim 400nm)の光透過率が高く、バンドル化して紫外線を伝送する場合、紫外線吸収による発熱が小さく、紫外線伝送量の低下がないという効果が得られる。

【実施例】

次に、本発明の実施例について更に具体的に説明するが、かかる説明によって本発明が何ら限定されるものでないことは勿論である。

合成例1

パーフルオロアリルビニルエーテルの30g、トリクロロトリフルオロエタンの30g及び重合

で透明なガラス状の重合体である。また10%熱分解温度は462℃であり、さらにこの重合体は無色透明であり、屈折率は1.34と低く、光線透過率は95%（可視光）、92%（紫外光、波長300nm）と高かった。さらに、硬度ショアD65、破断強度315kg/cm²、伸度170%、引張弾性率10200kg/cm²であった。この重合体を250℃でプレス成形し厚さ100 μ mのフィルムとし、光透過率を測定した結果を図1に示す。

実施例1

合成例1で得られた重合体10gを90gのFC-75に溶解し、粘潤なポリマー溶液を得た。

次にこの組成物を石英ガラス母材から直径200 μ m ϕ に紡糸したファイバの紡糸直後に塗布し、温度約300℃の加熱炉内を約2 \sim 3秒間通過させて硬化させ、その硬化体から成る厚さ7 μ mのクラッド層を形成させて、コアクラッド構造のファイバを得た。

このPCFについて光学特性を測定した結果、伝送損失は100dB/km(300nm)、5dB/km(850

nm)、5dB/km(920nm)であり、NAは0.58であった。このファイバを450本束ねて約5mmφ、長さ1mのバンドルファイバを作り、100Wの水銀ランプを光源としてライトガイドとして用いた。このバンドルのコア占有面積は72%であり、約2000mWの紫外光が伝送できた。又、約1000時間の照射を行ったが、伝送光量の低下はみられなかった。

このファイバの伝送損失波長特性を図2に示す。920nmに没われるC-H格子振動吸収がないので、600~1000nmで10dB/km以下を実現できた。

比較例1

テトラフルオロエチレン/エチルビニルエーテル/ヒドロキシブチルビニルエーテルの三元共重合体を用いてPCFを製造した。

この三元共重合体の硬化体の屈折率は1.41、光透過率は95%（可視光）、60%（紫外光、波長300nm）であった。この硬化体の光透過率を図1に示す。

化学製）を用いてPCFを製造した。

このシリコンの屈折率は1.41、光透過率は90%（可視光）、60%（紫外光、波長300nm）であった。この硬化体の光透過率を図1に示す。

このシリコンを用いて、実施例1と同様に石英ガラスよりなるファイバに塗布、焼成して硬化体となし、厚さが25μmのクラッド層の形成された素線を得た。このPCFについて光学特性を測定した結果、伝送損失は1000dB/km(300nm)、5dB/km(850nm)、20dB/km(920nm)であり、NAは0.39であった。このファイバを350本束ねて約5mmφ、長さ1mのバンドルファイバを作り、実施例1と同様に100Wの水銀ランプを光源としてライトガイドとして用いた。このバンドルのコア占有面積は65%であり、約850mWの紫外光が伝送できた。又、約1000時間の照射を行ったが、伝送光量は600mWに低下した。このファイバの伝送損失波長特性を図2に示す。920nmに損失増加がみられる。

この三元共重合体のメチルエチルケトン溶液を用いて、実施例1と同様に石英ガラスよりなるファイバに塗布、焼成して硬化体となし、厚さが15μmのクラッド層の形成された素線を得た。

このPCFについて光学特性を測定した結果、伝送損失は500dB/km(300nm)、5dB/km(850nm)、15dB/km(920nm)であり、NAは0.38であった。このファイバを410本束ねて約5mmφ、長さ1mのバンドルファイバを作り、実施例1と同様に100Wの水銀ランプを光源としてライトガイドとして用いた。このバンドルのコア占有面積は65%であり、約1200mWの紫外光が伝送できた。又、約1000時間の照射を行ったが、伝送光量は500mWに低下した。このファイバの伝送損失波長特性を図2に示す。920nmにC-H格子振動吸収があり、損失の増加がみられる。

比較例2

市販のジメチルシリコン（OF-106 信越

〔発明の効果〕

本発明のPCF光伝送ファイバは、クラッド層が特定の主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーで形成され、伝送損失が少なく、またNAが大きいという優れた効果を有している。特に200~400nmの紫外光領域の伝送損失が少なく、紫外光伝送用ファイバとして優れている。又、紫外光による伝送損失の劣化がない。

通常のPCFファイバはクラッド層のC-H格子振動吸収により920nmに10~20dB/kmの損失増加があり、900nm近辺の光源を使用できなかったが、パーフルオロ重合体を用いることによりC-H吸収が消え、900nm近辺の低損失化が実現でき、900nm近辺の光源の使用が可能となった。

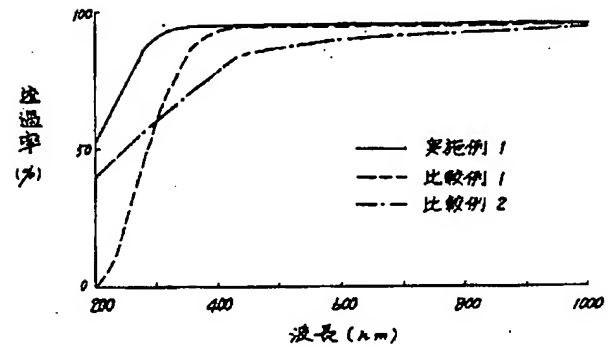
本発明における特定の含フッ素ポリマーは硬度が高く、引張強度、引張弾性率が大きいことから、クラッド層の薄膜化が可能であり、5~10μmの厚みが実現できる。このファイバをバン

ドル化すると、コア占有面積70%以上という高密度のバンドルファイバが得られる。

4. 図面の簡単な説明

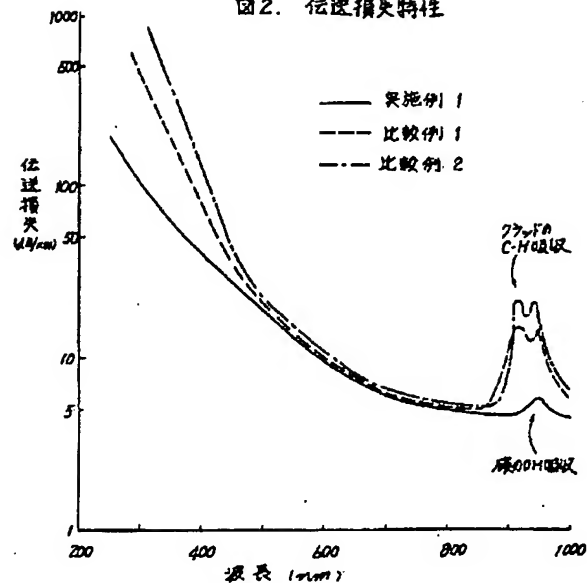
図1はクラッド材の光透過率を示し、図2はPCFファイバの伝送損失特性を示す。図1及び図2において、——は実施例1、----は比較例1、- - -は比較例2の結果を示している。

図1. フラット材の光透過率 (厚み100μm)



代理人 梅村 繁 名

図2. 伝送損失特性



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成7年(1995)10月13日

【公開番号】特開平1-126602

【公開日】平成1年(1989)5月18日

【年通号数】公開特許公報1-1267

【出願番号】特願昭62-284343

【国際特許分類第6版】

G02B 6/00 386 7036-2K

6/04 A 9119-2K

手続補正書

平成6年10月31日

特許庁長官 殿

1 事件の表示

昭和62年特許願第284343号

2 発明の名称

プラスチックラッド光伝送ファイバ及びバンドルファイバ

3 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

名称 (004) 旭硝子株式会社

4 代理人

住所 〒105東京都港区虎ノ門一丁目11番7号 第2文成ビル

氏名 井理士(6864) 梶 村 繁 郎

5 補正命令の日付

自発補正

6 補正により増加する発明の数

なし

7 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄

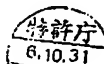
明細書の発明の詳細な説明の欄

明細書の図面の簡単な説明の欄

8 補正の内容

- 1) 特許請求の範囲を別紙のとおり訂正する。
- 2) 明細書5頁12行「ファイバ」を「ファイバ」に訂正する。
- 3) 明細書7頁8行「~~は~~」を「~~は~~」に訂正する。
- 4) 明細書8頁20行「光伝送ファイバ」を削除する。
- 5) 明細書9頁4行「光伝送ファイバ」を削除する。
- 6) 明細書12頁12行「メチルビニルエーテル」を「(メチルビニルエーテル)」に訂正する。
- 7) 明細書12頁13行「プロピルビニルエーテル」を「(プロピルビニルエーテル)」に訂正する。
- 8) 明細書15頁11行「 μ m」を削除する。
- 9) 明細書16頁6行「漏れ性」を「漏れ性」に訂正する。
- 10) 明細書16頁18行「アリルビニルエーテル」を「(アリルビニルエーテル)」に訂正する。
- 11) 明細書18頁8行「 μ 」を「 μ m」に訂正する。
- 12) 明細書19頁10行「~~表~~」を「~~表~~」に訂正する。
- 13) 明細書19頁19行「 μ m」を「nm」に訂正する。
- 14) 明細書21頁3行「 μ m」を「nm」に訂正する。
- 15) 明細書22頁2行「光伝送ファイバ」を削除する。
- 16) 明細書22頁10行「ファイバ」を削除する。
- 17) 明細書23頁5行「ファイバ」を削除する。

以上



(別紙)

2. 特許請求の範囲

1. コアが石英ガラス又は光学ガラスであるプラスチッククラッド光伝送ファイバにおいて、クラッド材が主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーからなることを特徴とするプラスチッククラッド光伝送ファイバ。
2. 環構造が含フッ素環構造である特許請求の範囲第1項記載のファイバ。
3. 環構造がエーテル結合含有含フッ素環構造である特許請求の範囲第1項記載のファイバ。
4. 環構造が4～7員環構造である特許請求の範囲第1項～第3項のいずれか一項に記載のファイバ。
5. 含フッ素ポリマーがパーフルオロポリマーである特許請求の範囲第1項～第4項のいずれか一項に記載のファイバ。
6. クラッド材の厚みが20 μ m以下である特許請求の範囲第1項～第5項のいずれか一項に記載のファイバ。
7. コアが石英ガラス又は光学ガラスからなり、クラッド材が主鎖に環構造を有する含フッ素ポリマーからなるプラスチッククラッド光伝送ファイバの複数本が束ねられてバンドル化されたことを特徴とするバンドルファイバ。
8. 環構造が含フッ素環構造である特許請求の範囲第7項記載のバンドルファイバ。
9. 環構造がエーテル結合含有含フッ素環構造である特許請求の範囲第7項記載のバンドルファイバ。
10. 環構造が4～7員環構造である特許請求の範囲第7項～第9項のいずれか一項に記載のバンドルファイバ。
11. 含フッ素ポリマーがパーフルオロポリマーである特許請求の範囲第7項～第10項のいずれか一項に記載のバンドルファイバ。
12. クラッド材の厚みが20 μ m以下である特許請求の範囲第7項～第11項のいずれか一項に記載のバンドルファイバ。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.